



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ-РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«06» мая 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ КОМПАКТ-М

Методика поверки

РТ-МП-336-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на анализаторы цепей векторные Компакт-М (далее - анализаторы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых анализаторов цепей векторных Компакт-М к государственным первичным эталонам единиц величин:

- государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2022) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360;

- государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах (ГЭТ 26-2010) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461;

- к государственному первичному эталону единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах (ГЭТ 75-2023) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 16 августа 2023 г. № 1678;

- государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц (ГЭТ 193-2011) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2020 г. № 3383.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 - 10.9 применяется метод прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку анализаторов цепей векторных Компакт-М:

- на меньшем числе поддиапазонов измерений: в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификации анализатора (1,5; 3; 4,5; 6,5 ГГц;) в части операций по пунктам 10.1 – 10.9 данной методики поверки;

- для меньшего числа измеряемых величин: без определения метрологических характеристик опции PLS (если данная опция установлена в поверяемом анализаторе) в части операции по пункту 10.9 данной методики поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.3
Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц	Да	Да	10.4
Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при $S_{II} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 1 кГц	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи	Да	Да	10.7
Определение нелинейности приемников	Да	Да	10.8
Определение среднего квадратического отклонения шумов трассы в импульсном режиме для опции PLS (опция импульсных измерений)	Да	Да	10.9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °Cот 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализаторов цепей векторных Компакт-М допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с анализаторами и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов цепей векторных Компакт-М применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +18 °C до +28 °C с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °C	Термогигрометр UNITESS THB 1B, рег. № 70481-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ %	
10.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360; диапазон измерений частоты от 9 кГц до 9 ГГц	Частотомер универсальный CNT-90XL, рег. № 41567-09
10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт)	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц; в диапазоне значений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, рег. № 69958-17

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц; в диапазоне значений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, рег. № 69958-17
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц с уровнем мощности от -10 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, с опцией B112 рег. № 68980-20
10.4 Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0 до 1; в диапазоне значений фазы комплексного коэффициента отражения от 0 до 360°	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, рег. №52112-12
10.5 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при $S_{11} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 1 кГц		
10.6 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0 до 1 для согласованных нагрузок; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0,091 до 0,333 для рассогласованных нагрузок; в диапазоне значений фазы комплексного коэффициента отражения от 0 до 360°	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, ZV-Z235, рег. №52112-12 Наборы мер НЗМ-11, НЗМ-13, рег. №70750-18

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.7 Определение абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи, абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи	Эталоны единицы комплексного коэффициента передачи в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 - в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц; Модуль коэффициента передачи для переходов измерительных коаксиальных в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц не менее минус 0,2 дБ в диапазоне значений фазы комплексного коэффициента передачи от 0 до 360°	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, ZV-Z235, рег. №52112-12 Наборы калибровочных мер НКММ-11-11Р, НКММ-13-13Р, рег. №63453-16
10.8 Определение нелинейности приемников	Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до -70 дБ	Приемник измерительный R&S FSMR26 рег. № 50678-12
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц с уровнем мощности от -60 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, с опцией B112 рег. № 68980-20
10.9 Определение среднего квадратического отклонения шумов трассы в импульсном режиме	Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до -115 дБ	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем 05 рег. № 48368-11
Примечание: – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
1	2	3	4
10.1 – 10.9	Персональный компьютер	Операционная система Windows 7 и выше; интерфейс USB 2.0	-
10.3, 10.8	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц КСВН не более 1,2 КП между выходами не менее -6,5 дБ Разность амплитуд между КП плеч не более 0,3 дБ	Делитель мощности ДМС2А-18-11Р
10.9	СВЧ кабель	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц Соединители N «вилка» - N «вилка», затухание не более 1,4 дБ до 12 ГГц КСВН не более 1,33	C50NMNM.2
10.3, 10.6	СВЧ переход	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц Соединители N «вилка» - N «вилка», Вносимые потери не более 0,15 дБ КСВН не более 1,08	ADP1A-NM-NM
10.6	СВЧ переход	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц Соединители N «вилка» - 3,5 мм «вилка» Вносимые потери не более 0,15 дБ КСВН не более 1,10	ADP1A-NM-35M
10.6; 10.7	СВЧ переход	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц Соединители N «вилка» - 3,5 мм «розетка» Вносимые потери не более 0,15 дБ КСВН не более 1,10	ADP1A-NM-35F

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на анализаторы.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ IEC 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализатора следующим требованиям:

- внешний вид анализатора должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данный анализатор, при этом допускается незначительное изменение дизайна анализатора, не влияющее на однозначное определение типа анализатора по внешнему виду;

- комплектность анализатора соответствует указанной в эксплуатационной документации;

- наличие маркировки, подтверждающей тип средства измерений и серийный номер;

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно руководству по эксплуатации на данное средство измерений;

- наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;

- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;

- кабель USB не имеет повреждений;

- отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора;

- отсутствуют посторонние частицы внутри соединителей анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора.

7.2 Провести визуальный контроль чистоты соединителей анализатора и калибровочных мер. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей. Процедура чистки соединителей включает в себя их продувку сжатым воздухом (использовать баллончик со сжатым воздухом или резиновую грушу) с целью удаления частиц пыли и частиц отслоившихся токопроводящих покрытий и протирку токоведущих поверхностей соединителей спиртом этиловым ректификованным. Протирку производить при помощи ватной палочки, смоченной в спирте. Центральный проводник соединителя «розетка» допускается чистить только продувкой сжатым воздухом.

После протирки просушить соединители и убедиться в отсутствии остатков спирта внутри соединителей. Провести визуальный контроль чистоты соединителей, убедиться в отсутствии посторонних частиц. В случае необходимости, чистку повторить.

7.3 Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования. Результаты внешнего осмотра зафиксировать в таблице Б.2 приложения Б.

7.4 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 данной методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий проведения поверки использовать средства измерений температуры окружающей среды и средства измерений относительной влажности воздуха, указанные в таблице 2. Результаты измерений зафиксировать в таблице Б.1 приложения Б.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки анализатора на рабочее место, порядком включения и управления анализатором, приведёнными в руководстве по эксплуатации РЭ 26.51.43.120-198-21477812-2024.

Выдержать анализатор в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

Подключить анализатор к персональному компьютеру с помощью кабеля USB. Установить драйвер и программное обеспечение S2VNA для управления анализатором согласно руководству по эксплуатации. Запустить управляющее программное обеспечение. Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность анализатора и возможность установки на выходе анализатора номинальных значений уровня выходной мощности минус 10 и 0 дБ (1 мВт) и отображения соответствующей трассы.

8.3.2 Запустить управляющее программное обеспечение S2VNA. Проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния.

8.3.3 Установить на анализаторе параметры по умолчанию, тип сканирования линейный от 300 кГц до 9 ГГц, тип измерений «Отклик - Измерение - Абсолют. - R1(1)».

Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт) и проверить наличие трассы на номинальном уровне 0 дБ (1 мВт). Установить уровень выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт) и убедиться в соответствующем изменении трассы.

Повторить для второго порта, установив на анализаторе тип измерений «Отклик - Измерение - Абсолют. - R2(2)».

8.3.4 Результаты опробования считать удовлетворительными, если при загрузке управляющего программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; анализатор подключается к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния; после выдержки анализатора во включенном состоянии не менее 30 минут на всех портах анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для номинальных уровней 0 и минус 10 дБ (1 мВт). Результаты опробования зафиксировать в

таблице Б.3 приложения Б.

8.3.5 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения

9.1. Анализатор работает под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением. Для проверки номера версии программного обеспечения:

- запустить управляющее программное обеспечение S2VNA;
- проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния;
- в строке состояния проверить номер версии программного обеспечения. Номер версии ПО отображается в строке состояния открытого окна ПО, а также при нажатии в меню ПО:

[Система: О программе] в окошке Версия программы.

Зафиксировать номер версии ПО в таблице Б.4 приложения Б.

Номер версии программного обеспечения должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

9.2 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90XL (далее - CNT-90XL).

10.1.1 Подключить первый порт поверяемого анализатора к входу С CNT-90XL. Установить на анализаторе параметры по умолчанию, частоту выходного сигнала 1 ГГц, полосу сканирования 0 Гц, триггер запуска сканирования в положение “Однократно”. Измерить частоту выходного сигнала анализатора с помощью CNT-90XL и зафиксировать результаты измерений как $F_{изм}$ в таблице Б.5 приложения Б.

10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт)

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP18T (далее - NRP18T).

10.2.1 Подключить USB вход NRP18T к управляющему ПК. Запустить программное обеспечение Power Viewer NRP18T. Подготовить к работе NRP18T в соответствии с его руководством по эксплуатации. Подключить СВЧ вход NRP18T к первому порту поверяемого анализатора.

10.2.2 На поверяемом анализаторе установить частоту 9 кГц, полосу 0 Гц, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт). Установить режим измерений S_{11} . С помощью NRP18T измерить уровень выходной мощности и зафиксировать результаты измерений как $P_{NRP}(0)$ в таблице Б.6 приложения Б.

Повторить измерения на частотах 2; 100 МГц; 1; 1,5; 3; 4,5; 6,5; 8; 9 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора.

Повторить измерения п. 10.2.1-10.2.2 для второго порта поверяемого анализатора, установив на нём режим измерений S_{22} . Зафиксировать результаты измерений как $P_{NRP}(0)$ в таблице Б.6 приложения Б.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)

Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP18T (далее - NRP18T) и генератора сигналов SMA100B (далее - SMA100B).

10.3.1 Подготовить к работе SMA100B и NRP18T в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1. Делитель мощности (из таблицы 3) подключить к первому порту поверяемого анализатора используя переход N «вилка» – N «вилка» из таблицы 3.

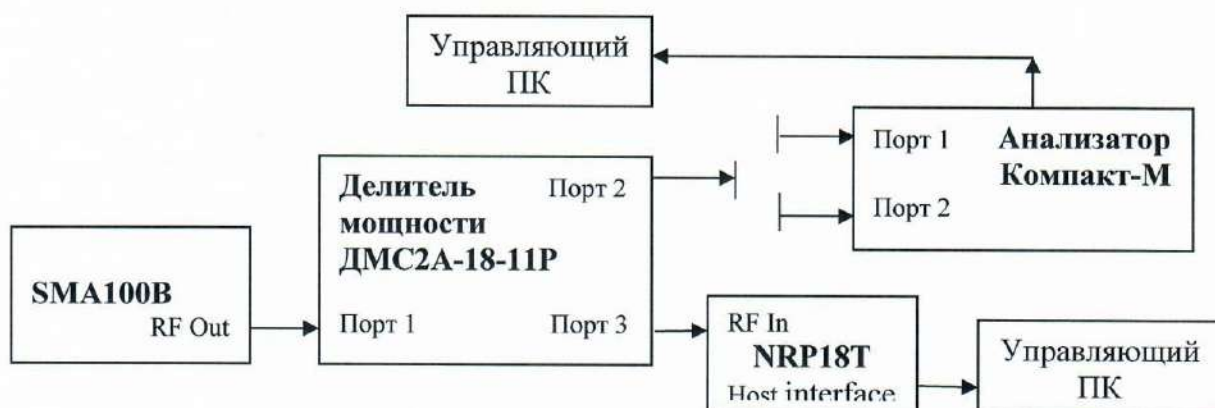


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности 0 дБ (1 мВт)

10.3.2 Установить на поверяемом анализаторе режим измерений «Абсолют. – A(1)», центральную частоту 9 кГц, полосу сканирования 0 Гц, выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность» и перевести указатель «ВЧ выход» в положение «Откл.».

Установить на выходе SMA100B такой уровень мощности, чтобы на входе первого порта поверяемого анализатора уровень мощности составлял от минус 1 до 1 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником первого порта поверяемого анализатора как $P_{ИЗМ}$ и NRP18T как P_{NRP} в таблице Б.7 приложения Б.

Установить частоты 1; 1,5; 3; 4,5; 6,5; 9 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора.

Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником первого порта поверяемого анализатора и NRP18T как $P_{ИЗМ}$ и NRP18T как P_{NRP} в таблице Б.7 приложения Б.

10.3.3 Повторить измерения по п. 10.3.2, подключив делитель мощности ко второму порту анализатора и установив на анализаторе режим измерений «Абсолют. – B(2)». Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником второго порта поверяемого анализатора как $P_{ИЗМ}$ и NRP18T как P_{NRP} в таблице Б.7 приложения Б.

ВНИМАНИЕ! Во всех пунктах данной методики поверки, где используются наборы калибровочных и эталонных мер, подключение мер производить только с использованием ключа тарированного, из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 в зависимости от опции поверяемого анализатора.

10.4 Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц

Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц проводят методом прямых измерений при подключении к портам анализатора согласованной нагрузки из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 (далее - ZV-Z270).

10.4.1 Подключить к первому порту поверяемого анализатора согласованную нагрузку из состава ZV-Z270.

10.4.2 Установить на анализаторе режим приемника выбрав меню «Отклик-Измерение-Абсолют- А(1)», выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность-ВЧ выход» и перевести указатель «ВЧ выход» в положение «Откл.»; установить тип сканирования «сегментный» с следующими значениями: сегмент 1 от 9 кГц до 5 МГц – 20 точек, сегмент 2 от 5 МГц до 6 ГГц – 71 точка, сегмент 3 от 6 до 9 ГГц – 31 точка.

Установить полосу ПЧ 10 Гц. В меню «Маркеры-Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» - «ВКЛ».

Установить маркер 1 на частоту 9 кГц и маркер 2 на частоту 0,3 МГц. Зафиксировать значение «сред» как $P_{ш}(10 \text{ Гц})$ в таблице Б.8 приложения Б.

Аналогично повторить измерения для поддиапазонов частот от 0,3 МГц до 2 МГц; от 2 МГц до 1,5 ГГц; от 1,5 ГГц до 3 ГГц; от 3 ГГц до 4,5 ГГц; от 4,5 ГГц до 6,5 ГГц; от 6,5 ГГц до 9 ГГц с соответствующей установкой маркеров, в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора.

Повторить измерения для второго порта поверяемого анализатора, установив режим измерений «Отклик-Измерение-Абсолют- В(2)». Зафиксировать значение «сред» как $P_{ш}(10 \text{ Гц})$ в таблице Б.8 приложения Б.

10.5 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы $S_{11} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 1 кГц

Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы анализатора проводят методом прямых измерений при измерении модуля коэффициента отражения 0 дБ при подключении к порту анализатора нагрузки короткозамкнутой из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 (далее - ZV-Z270).

Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 1 кГц, диапазон частот от 9 кГц до $F_{дч}$, количество точек 1601.

ВНИМАНИЕ! Здесь и далее по тексту $F_{дч}$ – значение частоты в ГГц, численно равное значению верхней границы диапазона частот поверяемой модификации анализатора.

Подключить к первому порту нагрузку короткозамкнутую из состава ZV-Z270.

Сохранить результат измерений модуля коэффициента отражения в память, выполнить нормализацию (деления данных на память).

В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ» и меню «Маркеры – Маркерные вычисления – Маркерная статистика» установить «Диапазон стат.» - «ВКЛ».

Установить маркер1 на частоту 9 кГц и маркер 2 на частоту 0,3 МГц. Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{S_{11}}$ в таблице Б.9 приложения Б.

Установить маркер1 на частоту 0,3 МГц и маркер 2 на частоту $F_{дч}$. Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{S_{11}}$ в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить измерения для второго порта поверяемого анализатора, и зафиксировать результаты измерений в таблице Б.9 приложения Б.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения проводят методом прямых измерений с помощью наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 и с помощью наборов мер НЗМ-11 или НЗМ-13 в зависимости от опции поверяемого анализатора.

10.6.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения выполнить после однопортовой калибровки анализатора:

- для поверяемого анализатора с опцией НМ35 или АСМ2509(-111/-112), при калибровке использовать набор калибровочных мер НМ35 или автоматический модуль АСМ2509(-111/-112) соответственно, при последующих измерениях, использовать нагрузки рассогласованные из состава набора мер НЗМ-13 и согласованные нагрузки, короткого замыкания и холостого хода из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235;

- для поверяемого анализатора с опцией НМN или АСМ2509(-011/-012), при калибровке использовать набор калибровочных мер НМN или автоматический модуль АСМ2509(-011/-012) соответственно, при последующих измерениях нагрузки рассогласованные из состава набора мер НЗМ-11 и согласованные нагрузки, короткого замыкания и холостого хода из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270.

В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, изменение температуры окружающей среды должно быть не более чем $\pm 1^\circ\text{C}$. Для создания требуемой конфигурации разъемов портов использовать при необходимости вспомогательные переходы из таблицы 3. При этом финальную плоскость калибровки обязательно обеспечить с помощью переходов из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235 или ZV-Z270.

10.6.2 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц, диапазон частот от 9 кГц до 9 ГГц.

Установить частоты измерений 9 кГц, 0,3 МГц и от 100 МГц до $F_{\text{дч}}$ с интервалом 100 МГц. Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Выполнить однопортовую калибровку первого порта анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации в трактах типа N или 3,5 мм для конфигурации «вилка», используя соответствующие меры «розетка» из наборов НМN/НМ35, или порт В автоматических модулей АСМ2509 (-011/-012/-111/-112).

В меню «Калибровка – Комплект мер» выбрать предустановленный набор мер для опций НМN или НМ35. Для анализаторов с опций АСМ в меню «Калибровка – Автокалибровка» убедиться, что корректно отображается подключенный автоматический модуль.

Затем для набора мера выбрать в меню «Калибровка – Калибровать – Полная 1-портовая калибровка» и выбрать необходимый порт и конфигурацию разъемов мер, которая должна быть противоположна конфигурации порта. Провести калибровку.

Для анализаторов с опций АСМ в меню «Калибровка – Автокалибровка» выбрать «Характеризация – Заводская», «Неизвестная перемычка – Вкл.», «Ориентация – Ручная» и установить соответствие необходимых портов прибора и АСМ. Далее выбрать «1-портовая автокалибровка» соответствующего порта.

10.6.3 После выполнения калибровки подключить к измерительному порту анализатора эталонную нагрузку с номинальным значением КСВН = 1,2 из соответствующего набора мер НЗМ-11 или НЗМ-13.

Выбрать для трассы S11 формат отображения модуля коэффициента отражения в отн. ед.:

- [**Формат:** Ампл лин].

Загрузить файл (*.slp) описания эталонной нагрузки в память программного обеспечения анализатора. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера модуль коэффициента отражения на частотах 9 кГц и 0,3 МГц. Зафиксировать результаты измерений как $\Gamma_{нч}$ в таблице Б.10 приложения Б.

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями модуля коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 1,5; 3; 4,5; 6,5; 8; 9 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора.

Зафиксировать результаты измерений как $\Delta\Gamma_{вч}$ в таблице Б.10 приложения Б.

10.6.4 Выбрать для трассы S_{11} формат отображения фазы коэффициента отражения:

– [**Формат:** Фаза].

Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера фазу коэффициента отражения на частотах 9 кГц и 0,3 МГц. Зафиксировать результаты измерений как $\Phi_{нч}$ в таблице Б.11 приложения Б.

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями фазы коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 1,5; 3; 4,5; 6,5; 8; 9 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора. Зафиксировать результаты измерений как $\Delta\Phi_{вч}$ в таблице Б.11 приложения Б.

10.6.5 Повторить измерения по п. 10.6.3 и 10.6.4 при подключении к измерительному порту анализатора эталонной нагрузки с номинальным значением КСВН = 2 из соответствующего набора мер НЗМ-11 или НЗМ-13, эталонных нагрузок согласованной (НС), холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ) из соответствующего набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235. Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения для эталонной нагрузки согласованной не проводить. Зафиксировать результаты измерений в таблицах Б.10 и Б.11 приложения Б.

10.6.6 Для поверяемых анализаторов с опциями ACM2509(-011/-111) выполнить однопортовую калибровку второго порта анализатора в соответствии с п.10.6.1, используя порт А «розетка» автоматического модуля.

10.6.7 Для поверяемых анализаторов с остальными опциями выполнить однопортовую калибровку второго порта анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации в конфигурации порта «розетка», используя соответствующие меры «вилка» из наборов NMN/NM35, или порт А автоматических модулей ACM2509 (-012/-112).

Выполнить п. 10.6.3 – 10.6.5 для второго порта для п.10.6.6 и 10.6.7. Зафиксировать результаты измерений в таблицах Б.10 и Б.11 приложения Б.

10.7 Определение абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи

Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи проводят методом прямых измерений с помощью переходов из набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 после выполнения полной двухпортовой калибровки анализаторов по набору механических мер или автоматическому калибровочному модулю в зависимости от опции поверяемого анализатора для конфигурации портов «вилка-вилка» (для опций ACM2509 -012/-112: «вилка-розетка»).

Подключить ко второму порту анализатора кабель СВЧ KM50 (NMNM или NM35M) из комплекта анализатора и затем создать требуемую конфигурацию разъёмов с помощью переходов из таблицы 3.

10.7.1 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию. Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц, диапазон частот от 9 кГц до $F_{дч}$.

Установить частоты измерений 9 кГц, 0,3 МГц и от 100 МГц до $F_{дч}$ с интервалом

100 МГц. Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Выполнить полную двухпортовую калибровку анализатора. Для набора мера выбрать в меню «Калибровка – Калибровать – 2-портовая SOLT калибровка». Далее выбрать соответствующие порты, конфигурацию разъемов мер, которая должна быть противоположна требуемой конфигурации порта и установить для «Порт 1-2: переключатель подкласс Unk Thru». Провести калибровку.

Для опций АСМ в меню «Калибровка – Автокалибровка» выбрать «Ориентация – Ручная» и установить соответствие необходимых портов прибора и АСМ. Далее выбрать «2-портовая автокалибровка» с неизвестной переключателем («Неизвестная переключатель -вкл.»). Провести калибровку.

10.7.2 Для поверяемого анализатора с опцией НМН, или НМ35, или АСМ2509(-011/-111) подключить измерительный переход «розетка» - «розетка» из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 между первым портом анализатора и кабелем СВЧ, подключенным к второму порту анализатора. Подключение перехода должно быть выполнено с минимальным изменением положения кабеля.

Для поверяемого анализатора с опцией АСМ2509(-012/-112) после калибровки провести измерения перехода "вилка-розетка" из состава набора калибровочных мер НКММ-11-11Р или НКММ-13-13Р. При отсутствии перехода, допускается соединение кабеля СВЧ непосредственно с портом и использование в качестве меры «идеального» соединения с модулем $S_{21} = 0$ дБ (точно) и фазой $S_{21} = 0$ градусов (точно).

Загрузить файл (*.s2p) описания используемого измерительного перехода в память программного обеспечения анализатора.

Выбрать для трассы S_{21} формат отображения модуля коэффициента передачи в дБ. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера модуль коэффициента передачи на частотах 9 кГц; 0,3 и 2 МГц. Зафиксировать результаты измерений, как $A_{нчп}$ в таблице Б.13 приложения Б.

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 1,5; 3; 4,5; 6,5; 8; 9 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора. Зафиксировать результаты измерений, как $T_{вч}$ в таблице Б.12 приложения Б.

10.7.3 Выбрать для трассы S_{21} формат отображения фазы коэффициента передачи. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера фазу коэффициента передачи измерительного перехода на частотах 9 кГц, 0,3 и 2 МГц. Зафиксировать результаты измерений, как $\Phi_{нчп}$ в таблице Б.13 приложения Б.

Определить с помощью маркера разницу между измеряемыми значениями фазы измерительного перехода и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 1,5; 3; 4,5; 6,5; 8; 9 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора. Зафиксировать результаты измерений как $\Delta\Phi_{вчп}$ в таблице Б.14 приложения Б.

10.8 Определение нелинейности приемников

Определение нелинейности приемников проводят методом прямых измерений с помощью приёмника измерительного R&S FSMR26 (далее – FSMR26) и генератора сигналов SMA100B (далее - SMA100B) на частоте 1 ГГц при уровне мощности на приемнике в диапазоне от минус 60 до 0 дБ (1 мВт).

Подготовить к работе FSMR26 в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.8.1 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Первый порт поверяемого анализатора и вход FSMR26 соединить с делителем мощности используя СВЧ кабели из таблицы 3, на FSMR26 установить центральную частоту 1 ГГц.

Включить синхронизацию частоты поверяемого анализатора и FSMR50 от внешнего

источника опорной частоты SMA100B.

Установить на анализаторе режим измерений «Абсолют. – A(2)», частоту выходного сигнала 1 ГГц, полосу сканирования 0 Гц, выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность» и перевести указатель «ВЧ выход» в неактивное положение.



Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения нелинейности приемников

10.8.2 Установить на выходе SMA100B частоту выходного сигнала 1 ГГц с уровнем мощности 7 дБ (1 мВт). Установить измеренный уровень мощности приёмником первого порта поверяемого анализатора за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

Установить измеренный уровень мощности FSMR26 за опорное значение и выбрать режим измерений отношения мощностей.

10.8.3 Установить уровень мощности SMA100B минус 3 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей приёмником первого канала поверяемого анализатора как $A_{ПР}$ и FSMR26 как A_{FSMR} в таблице Б.14 приложения Б.

10.8.4 Повторить измерения для следующих значений уровней мощности на SMA100B: минус 13, минус 23, минус 33, минус 43, минус 53 дБ (1 мВт), зафиксировать результаты измерений в таблице Б.14 приложения Б.

10.8.5 Второй порт поверяемого анализатора соединить с делителем мощности используя СВЧ кабели из таблицы 3. Повторить измерения по пунктам 10.8.2-10.8.4 для второго порта анализатора, установив на анализаторе режим измерений «Абсолют. – B(1)». Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.14 приложения Б.

ВНИМАНИЕ! Операции по пункту 10.9 выполняются только для тех анализаторов цепей векторных Компакт-М, у которых установлена опция PLS (опция импульсных измерений). Наличие опции на поверяемом анализаторе, должна подтверждать наклейка с указанием опции PLS на задней панели анализатора.

10.9 Определение среднего квадратического отклонения шумов трассы и суммарной абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи в импульсном режиме

Определение среднего квадратического отклонения шумов трассы в импульсном режиме проводится прямыми измерениями коэффициента передачи с помощью аттенюатора ступенчатого R&S RSC с модулем 05 (далее - RSC).

10.9.1 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3. Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию. Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт). Установить режим измерений « S_{21} »,

фильтр ПЧ 300 кГц, включить импульсные измерения «Стимул-Импульсн. Изм.-ВКЛ», длительность импульса 5 мкс, период импульсов 10 мкс, режим - «Точка в импульсе».

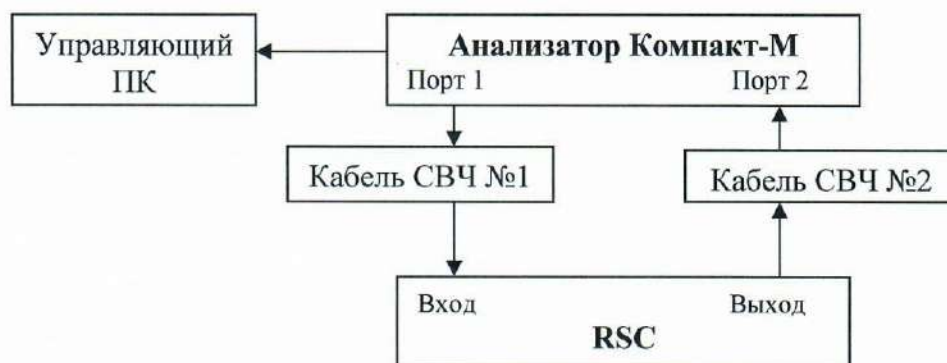


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения среднего квадратического отклонения шумов трассы и в импульсном режиме

Соединить порты анализатора используя для этого два измерительных кабеля СВЧ и переход N «розетка» - N «розетка» из таблицы 3. Установить измеренное значение модуля коэффициента передачи за опорное значение, обавив график в память и выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать». В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ» и меню «Маркеры – Маркерные вычисления – Маркерная статистика» установить «Диапазон стат.» - «ВКЛ».

10.9.2 Вместо перехода N «розетка» - N «розетка», между кабелями СВЧ подключить RSC. Установить значение ослабления на RSC 0 дБ.

10.9.3 Установить на RSC такое ослабление, чтобы измеряемый анализатором модуль коэффициента передачи был от минус 25 до минус 30 дБ. Снова провести нормировку трассы, с помощью маркера отсчитать показания на частотах 3 МГц, 1 и Fдч. Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{им}$ в таблице Б.15 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки по пункту 10.1 считаются удовлетворительными, если измеренное на выходе порта значение частоты 1 ГГц Fизм находится в интервале допустимых значений от 0,999995 до 1,000005 ГГц;

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений $P_{NRP}(0)$, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (1) абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), $\Delta P_{вых}$, дБ:

$$\Delta P_{вых} = P - P_{NRP}(0), \quad (1)$$

где $P = 0$ дБ (1 мВт) – установленное на анализаторе значение уровня мощности;
 $P_{NRP}(0)$ – измеренное значение мощности, дБ (1 мВт).

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) не выходит за пределы $\pm 1,5$ дБ.

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений $P_{\text{ИЗМ}}$ и $P_{\text{НРР}}$, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), $\Delta P_{\text{ВХ}}$, дБ:

$$\Delta P_{\text{ВХ}} = P_{\text{ИЗМ}} - P_{\text{НРР}}, \quad (2)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), $\Delta P_{\text{ВХ}}$, не выходит за пределы $\pm 1,5$ дБ.

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов измерений $P_{\text{Ш}}(10 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт), рассчитать средний уровень собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц $P_{\text{Ш}}(1 \text{ Гц})$ дБ (1 мВт) по формуле (3):

$$P_{\text{Ш}}(1 \text{ Гц}) = P_{\text{Ш}}(10 \text{ Гц}) - 10, \quad (3)$$

Результаты поверки по пункту 10.4 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц в диапазонах частот не более:

- минус 90 дБ (1 мВт) от 9 кГц до 0,3 МГц включ.;
- минус 125 дБ (1 мВт) св. 0,3 МГц до 2 МГц включ.;
- минус 140 дБ (1 мВт) св. 2 МГц до 1,5 ГГц включ.;
- минус 138 дБ (1 мВт) св. 1,5 ГГц до 3 ГГц включ.;
- минус 137 дБ (1 мВт) св. 3 ГГц до 4,5 ГГц включ.;
- минус 135 дБ (1 мВт) св. 4,5 ГГц до 9 ГГц.

11.5 Результаты поверки по пункту 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы $S_{11} = 0$ дБ при измерении модуля коэффициента отражения 0 дБ при фильтре ПЧ 1 кГц $\sigma_{S_{11}}$, дБ, в диапазонах частот не превышают значений:

- 0,05 дБ от 9 кГц до 0,3 МГц включ.;
- 0,002 дБ св. 0,3 МГц до 9 ГГц.

11.6 Для полученных в пунктах 10.6.3 и 10.6.5 значений модуля коэффициента отражения $\Gamma_{\text{НЧ}}$, отн. ед., на частотах 9 кГц, 0,3 МГц для каждого канала и каждой нагрузки рассчитать по формуле (4) абсолютную погрешность измерения модуля коэффициента отражения $\Delta \Gamma_{\text{НЧ}}$, отн. ед.:

$$\Delta \Gamma_{\text{НЧ}} = \Gamma_{\text{НЧ}} - [\Gamma_0 + (\Gamma_F - \Gamma_0) \cdot f/F], \quad (4)$$

где Γ_0 – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, отн. ед.;

Γ_F – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации $F=100$ МГц, отн. ед.

Выбрать максимальное значение $\Delta \Gamma_{\text{НЧМАКС}}$, отн. ед., из рассчитанных по формуле (4) значений $\Delta \Gamma_{\text{НЧ}}$, отн. ед., для каждого канала и каждой нагрузки.

Выбрать максимальное значение $\Delta \Gamma_{\text{ВЧМАКС}}$, отн. ед., из полученных в пункте 10.6.3 и 10.6.5 результатов измерений $\Delta \Gamma_{\text{ВЧ}}$, отн. ед., для каждого канала и каждой нагрузки.

Для полученных на частоте в пункте 10.6.4 значений фазы коэффициента отражения $\Phi_{\text{НЧ}}$, градус, на частотах 9 кГц, 0,3 МГц для каждого канала рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность измерения фазы коэффициента отражения $\Delta \Phi_{\text{НЧ}}$, градус:

$$\Delta\Phi_{\text{НЧ}} = \Phi_{\text{НЧ}} - [\Phi_0 + (\Phi_F - \Phi_0) \cdot f/F], \quad (5)$$

где Φ_0 – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, градус;
 Φ_F – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации $F=100$ МГц, градус.

Выбрать максимальное значение $\Delta\Phi_{\text{НЧМАКС}}$, градус, из рассчитанных по формуле (5) значений $\Delta\Phi_{\text{НЧ}}$, градус, для каждого канала.

Выбрать максимальное значение $\Delta\Phi_{\text{ВЧМАКС}}$, градус, из полученных в пункте 10.6.4 результатов измерений $\Delta\Phi_{\text{ВЧ}}$, градус, для каждого канала.

Результаты поверки по пункту 10.6 считаются удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $\Delta\Gamma_{\text{НЧМАКС}}$ и $\Delta\Gamma_{\text{ВЧМАКС}}$, отн. ед., (для каждого канала и каждой нагрузки) и фазы коэффициента отражения $\Delta\Phi_{\text{НЧМАКС}}$ и $\Delta\Phi_{\text{ВЧМАКС}}$, градус, (для каждого канала и каждой нагрузки кроме нагрузки НС) не выходят за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4 - Допускаемые значения абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Наименование характеристики	Частота	Нагрузка	Значение	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения S_{11} в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от диапазона частот, отн. ед.	от 9 кГц до 0,3 МГц	НС КСВН = 1,2 КСВН = 2,0 КЗ, XX	$\pm(0,017+0,004 \cdot S_{11} + 0,016 \cdot S_{11} ^2)$	$\pm 0,017$ $\pm 0,017$ $\pm 0,020$ $\pm 0,037$
	от 0,3 МГц до 9 ГГц	НС КСВН = 1,2 КСВН = 2,0 КЗ, XX	$\pm(0,012+0,004 \cdot S_{11} + 0,016 \cdot S_{11} ^2)$	$\pm 0,012$ $\pm 0,012$ $\pm 0,015$ $\pm 0,032$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне S_{11} от 0,017 до 1, градус	от 9 кГц до 0,3 МГц	КСВН = 1,2 КСВН = 2,0 КЗ, XX	$\pm(1+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{11} / S_{11}))$	$\pm 12,0$ $\pm 4,4$ $\pm 3,1$
	от 0,3 МГц до 9 ГГц	КСВН = 1,2 КСВН = 2,0 КЗ, XX		$\pm 8,8$ $\pm 3,5$ $\pm 2,8$

11.7 Для полученных в пункте 10.7.2 результатов измерений $A_{\text{НЧП}}$, дБ, модуля коэффициента передачи измерительного перехода рассчитать по формуле (6) абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи $T_{\text{НЧ}}$, дБ, на частотах 9 кГц, 0,3 и 2 МГц:

$$T_{\text{НЧ}} = A_{\text{НЧП}} - [A_0 + (A_F - A_0) \cdot f/F], \quad (6)$$

где A_0 – модуль коэффициента передачи измерительного перехода на постоянном токе, дБ;
 A_F – модуль коэффициента передачи измерительного перехода на частоте аттестации $F=100$ МГц, дБ.

Для полученных в пункте 10.7.3 результатов измерений фазы коэффициента передачи измерительного перехода $\Phi_{\text{НЧП}}$, градус, на частотах 9 кГц, 0,3 и 2 МГц, рассчитать по формуле (7) абсолютную погрешность измерений фазы коэффициента передачи $\Delta\Phi_{\text{НЧП}}$, градус, на частотах 9 кГц, 0,3 и 2 МГц:

$$\Delta\Phi_{\text{НЧП}} = \Phi_{\text{НЧП}} - [\Phi_0 + (\Phi_F - \Phi_0) \cdot f/F], \quad (7)$$

где Φ_0 – фаза коэффициента передачи на постоянном токе, градус;
 Φ_F – фаза коэффициента передачи на частоте аттестации $F=100$ МГц, градус.

Результаты поверки по пункту 10.7 считаются удовлетворительными, если:

- значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи (измеренные значения $T_{\text{ВЧМАКС}}$ в пункте 10.7.2 и рассчитанные по формуле (6) значения $T_{\text{НЧМАКС}}$) не выходят за пределы $\pm 0,09$ дБ;
- значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи (измеренные значения $\Delta\Phi_{\text{ВЧП}}$ в пункте 10.7.3 и рассчитанные по формуле (7) значения $\Delta\Phi_{\text{НЧП}}$) не выходят за пределы $\pm 1,5$ градуса.

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений $A_{\text{ПР}}$ и A_{FSMR} , дБ, рассчитать нелинейность приемников L , дБ, по формуле (8):

$$L = A_{\text{ПР}} - A_{\text{FSMR}}, \quad (8)$$

где $A_{\text{ПР}}$ – измеренное значение отношения мощностей анализатором, дБ;
 A_{FSMR} – измеренное значение отношения мощностей измерительным приемником FSMR50, дБ.

Результаты поверки по пункту 10.7 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения нелинейности приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней от минус 60 до 0 дБ (1 мВт) не выходят за пределы $\pm 0,08$ дБ.

11.9 Результаты поверки по пункту 10.9 считаются удовлетворительными, если среднее квадратическое отклонение шумов трассы $\sigma_{\text{ИМ}}$ при измерении S_{21} при фильтре ПЧ 300 кГц и длительности импульса 5 мкс в диапазоне частот от 3 МГц до 9 ГГц и коэффициенте передачи от -30 до 0 дБ не более 0,15 дБ.

11.10 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик анализаторов цепей векторных Компакт-М требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.8 данной методики поверки.

11.11 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов цепей векторных Компакт-М требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.9 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

12 Оформление результатов поверки

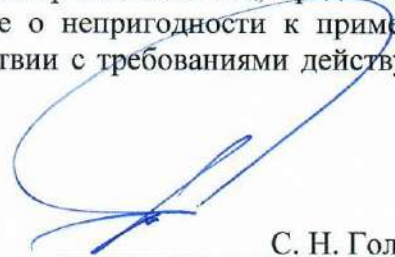
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, программного обеспечения, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

12.2 Сведения о результатах проведенной поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

При наличии в комплекте анализатора набора калибровочных мер или автоматического двухпортового калибровочного модуля, тип и серийный номер набора заносят в протокол поверки и при оформлении свидетельства в свидетельство о поверке, а при наличии опции PLS, делают соответствующую запись о её наличии.

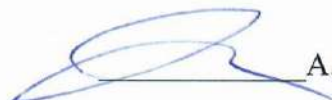
12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



С. Н. Гольшак

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



А. С. Каледин

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические анализаторы цепей векторных Компакт-М, определяемые при проведении поверки

Наименование характеристики		Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала		$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности при $P_{\text{вых}} = 0$ дБ (1 мВт), дБ		$\pm 1,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности при $P_{\text{вх}} = 0$ дБ (1 мВт), дБ		$\pm 1,5$
Средний уровень собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц, дБ (1 мВт), в диапазоне частот, не более	от 9 кГц до 0,3 МГц включ.	-90
	св. 0,3 МГц до 2 МГц включ.	-125
	св. 2 МГц до 1,5 ГГц включ.	-140
	св. 1,5 ГГц до 3 ГГц включ.	-138
	св. 3 ГГц до 4,5 ГГц включ.	-137
	св. 4,5 ГГц до 6,5 ГГц включ.	-135
	св. 6,5 ГГц до 9 ГГц	-135
Среднее квадратическое отклонение шумов трассы при измерении $S_{11} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 1 кГц в диапазоне частот, дБ, не более	от 9 кГц до 0,3 МГц включ.	0,05
	св. 0,3 МГц до 9 ГГц	0,002
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ΔS_{11} в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от диапазона частот ^{1),2)} , отн. ед.	от 9 кГц до 0,3 МГц включ.	$\pm(0,017+0,004 \cdot S_{11} +0,016 \cdot S_{11} ^2)$
	св. 0,3 МГц до 9 ГГц	$\pm(0,012+0,004 \cdot S_{11} +0,016 \cdot S_{11} ^2)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне от 0,017 до 1, градус		$\pm(1+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{11} / S_{11}))$
Нелинейность приемников L на частоте 1 ГГц при уровне мощности на приемнике в диапазоне от – 60 до 0 дБ (1 мВт), дБ		$\pm 0,08$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013, дБ		$\pm 0,09$
Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус		$\pm(0,5+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{21} /8,6))$
Опция импульсных измерений		
Среднее квадратическое отклонение шумов трассы $\sigma_{\text{им}}$ при измерении S_{21} при фильтре ПЧ 300 кГц и длительности импульса 5 мкс в диапазоне частот от 3 МГц до 9 ГГц и коэффициенте передачи от –30 до 0 дБ, дБ, не более		0,15

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки анализаторов цепей векторных Компакт-М

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающего среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид анализатора соответствует фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений	
Комплектность анализатора соответствует указанной в технической документации фирмы-изготовителя	
Наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений	
Наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления	
Отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей	
Кабель USB не имеет повреждений	
Отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора	
Отсутствуют посторонние частицы внутри соединителей анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заклучение
После подключения анализатора к персональному компьютеру и загрузки управляющего программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках	
Анализатора подключается к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния	
На всех портах анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для номинальных уровней 0 и минус 10 дБ (1 мВт)	

Таблица Б.4 – Идентификация программного обеспечения

Вид проверки	Заклучение
Номер версии программного обеспечения, отображаемый в строке состояния должен быть не ниже 25.2.2	

ВНИМАНИЕ! Нижеприведённые таблицы протокола для фиксации результатов измерений даны для модификации K209 анализатора цепей векторного Компакт-М с максимальным диапазоном частот от $9 \cdot 10^3$ до $9 \cdot 10^9$ Гц. Заполнение протокола для других модификаций анализаторов происходит до значения частоты $F_{дч}$ ГГц включительно, численно равному значению верхней границы диапазона частот поверяемой модификации анализатора.

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

$F_A^{1)}$, ГГц	Нижний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала, ГГц	Измеренное значение, $F_{изм}$, ГГц	Верхний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала, ГГц
1	0,999995		1,000005
Примечание: F_A – здесь и далее в таблицах, значения частот установленных на поверяемом анализаторе			

Таблица Б.6 – Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), ($\Delta P_{вых}$)

F_A	Измеренные значения $P_{NRP}(0)$, дБ		Рассчитанные значения $\Delta P_{вых}$, дБ		Пределы допустимых значений $\Delta P_{вых}$, дБ
	первый порт	второй порт	первый порт	второй порт	
9 кГц					$\pm 1,5$
2 МГц					
100 МГц					
1 ГГц					
1,5 ГГц					
3 ГГц					
4,5 ГГц					
6,5 ГГц					
8 ГГц					
9 ГГц					

Таблица Б.7 – Определение абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), ($\Delta P_{вх}$)

F_A	Измеренные значения $P_{изм}$, дБ		Измеренные значения P_{NRT} , дБ		Рассчитанные значения $\Delta P_{вх}$, дБ	
	первый порт	второй порт	первый порт	второй порт	первый порт	второй порт
9 кГц						
1 ГГц						
1,5 ГГц						
3 ГГц						
4,5 ГГц						
6,5 ГГц						
9 ГГц						
Пределы допустимых значений $\Delta P_{вх}$, дБ					$\pm 1,5$	

Таблица Б.8 – Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц ($P_{ш}(1 \text{ Гц})$)

Диапазон частот	Измеренные значения $P_{ш}(10 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт),		Рассчитанные значения $P_{ш}(1 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт),		Допустимые значения $P_{ш}(1 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт), не более
	первый порт	второй порт	первый порт	второй порт	
от 9 кГц до 0,3 МГц включ.					-90
св. 0,3 МГц до 2 МГц включ.					-125
св. 2 МГц до 1,5 ГГц включ.					-140
св. 1,5 ГГц до 3 ГГц включ.					-138
св. 3 ГГц до 4,5 ГГц включ.					-137
св. 4,5 ГГц до 6,5 ГГц включ.					-135
св. 6,5 ГГц до 9 ГГц					-135

Таблица Б.9 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы $S_{11} = 0 \text{ дБ}$ при фильтре ПЧ 1 кГц (σ_{S11})

Диапазон частот	Измеренные значения σ_{S11} , дБ		Допустимые значения σ дБ, не более
	первый порт	второй порт	
от 9 кГц до 0,3 МГц включ.			0,05
св. 0,3 МГц до 9 ГГц			0,002

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ($\Delta\Gamma$)

Нагрузка НС							
F_A	Измеренные значения $\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Рассчитанные значения $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{нч\text{макс}}$, отн. ед.		Пределы допустимых значений $\Delta\Gamma$, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
9 кГц							$\pm 0,017$
0,3 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вч\text{макс}}$, отн. ед.		$\pm 0,012$
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							

Продолжение таблицы 10

Нагрузка КСВН=1,2							
F _A	Измеренные значения Г _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔГ _{нч} , отн. ед.		Выбор ΔГ _{нч} МАКС, отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт1	порт2	порт1	
9 кГц							±0,017
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔГ _{вч} , отн. ед.				Выбор ΔГ _{вч} МАКС, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт1	
100 МГц							±0,012
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
Нагрузка КСВН=2,0							
F _A	Измеренные значения Г _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔГ _{нч} , отн. ед.		Выбор ΔГ _{нч} МАКС, отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт1	порт2	порт1	
9 кГц							±0,020
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔГ _{вч} , отн. ед.				Выбор ΔГ _{вч} МАКС, отн. ед.		порт2
	порт1		порт2		порт1	порт1	
100 МГц							±0,015
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							

Окончание таблицы 10

Нагрузка КЗ							
F _A	Измеренные значения Г _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔГ _{нч} , отн. ед.		Выбор ΔГ _{нч} МАКС, отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт1	порт2	порт1	
9 кГц							±0,037
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔГ _{вч} , отн. ед.				Выбор ΔГ _{вч} МАКС, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт1	
100 МГц							±0,032
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
Нагрузка ХХ							
F _A	Измеренные значения Г _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔГ _{нч} , отн. ед.		Выбор ΔГ _{нч} МАКС, отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт1	порт2	порт1	
9 кГц							±0,037
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔГ _{вч} , отн. ед.				Выбор ΔГ _{вч} МАКС, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт1	
100 МГц							±0,032
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							

Таблица Б.11 – Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения ($\Delta\Phi$)

Нагрузка КСВН=1,2							
F _A	Измеренные значения Φ _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔΦ _{нч} , градус		Выбор ΔΦ _{нч} МАКС, градус		Пределы допустимых значений ΔΦ, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
9 кГц							±12,0
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔΦ _{вч} , градус				Выбор ΔΦ _{вч} МАКС, градус		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							±8,8
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
Нагрузка КСВН=2,0							
F _A	Измеренные значения Φ _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔΦ _{нч} , градус		Выбор ΔΦ _{нч} МАКС, градус		Пределы допустимых значений ΔΦ, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
9 кГц							±4,4
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔΦ _{вч} , градус				Выбор ΔΦ _{вч} МАКС, градус		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							±3,5
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							

Продолжение таблица Б.11

Нагрузка КЗ							
F _A	Измеренные значения Φ _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔΦ _{нч} , градус		Выбор ΔΦ _{нч} МАКС, градус		Пределы допустимых значений ΔΦ, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
9 кГц							±3,1
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔΦ _{вч} , градус				Выбор ΔΦ _{вч} МАКС, градус		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							±2,8
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
Нагрузка ХХ							
F _A	Измеренные значения Φ _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔΦ _{нч} , градус		Выбор ΔΦ _{нч} МАКС, градус		Пределы допустимых значений ΔΦ, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
9 кГц							±3,1
0,3 МГц							
	Измеренное значение ΔΦ _{вч} , градус				Выбор ΔΦ _{вч} МАКС, градус		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							±2,8
1 ГГц							
1,5 ГГц							
3 ГГц							
4,5 ГГц							
6,5 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							

Таблица Б.12 – Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи ($T_{\text{МАКС}}$) измерительного перехода

Пределы допустимых значений $T_{\text{МАКС}}$ измерительного перехода			
F_A	Измеренные значения $A_{\text{нчп}}$, дБ	Рассчитанные значения $T_{\text{нч}}$, дБ	Пределы допустимых значений $T_{\text{МАКС}}$, дБ
9 кГц			$\pm 0,09$
0,3 МГц			
2 МГц			
	Измеренное значение $T_{\text{вч}}$, дБ		
100 МГц			
1 ГГц			
1,5 ГГц			
3 ГГц			
4,5 ГГц			
6,5 ГГц			
8 ГГц			
9 ГГц			

Таблица Б.13 – Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи ($\Delta\Phi_{\text{ПМАКС}}$) измерительного перехода

F_A	Измеренные значения $\Phi_{\text{нчп}}$, градус	Рассчитанные значения $\Delta\Phi_{\text{нчп}}$, градус	Пределы допустимых значений $\Delta\Phi_{\text{пмакс}}$, градус
9 кГц			±1,5
0,3 МГц			
2 МГц			
	Измеренное значение $\Delta\Phi_{\text{вчп}}$, градус		
100 МГц			
1 ГГц			
1,5 ГГц			
3 ГГц			
4,5 ГГц			
6,5 ГГц			
8 ГГц			
9 ГГц			

Таблица Б.14 – Определение нелинейности приемников ($L_{\text{МАКС}}$)

Установленные значения уровня мощности на SMA100B, дБ (1 мВт)	Измеренные значения отношения мощностей, дБ		Рассчитанные значения L, дБ	Пределы допустимых значений L _{МАКС} , дБ
	A _{ПР}	A _{FSMR}		
первый канал				
+7	опорный уровень			±0,08
-3				
-13				
-23				
-33				
-43				
-53				
второй канал				
+7	опорный уровень			±0,08
-3				
-13				
-23				
-33				
-43				
-53				

Таблица Б.15 – Определение среднего квадратического отклонения шумов трассы ($\sigma_{\text{ИМ}}$) в импульсном режиме

F_A	Измеренные значения $\sigma_{\text{ИМ}}$, дБ	Пределы допустимых значений $\sigma_{\text{ИМ}}$, дБ, не более
3 МГц		$\pm 0,15$
1 ГГц		
9 ГГц		